

Stellingen

behorende bij het proefschrift:

**A geometric approach to nonlinear dissipative
balanced reduction: Continuous and sampled-time**

Ricardo López Lena Estrada

April 18, 2016

7. Our *highly technified world* is experiencing an *uncivilizing process*, in the classical sense of the sociologist Norbert Elias. Thus, while a civilizing process in the dynamics of human societies assumes an increasing *self-control* of human drives and emotions, *violence and uncontrolled emotions* are metrics indicating a reversion in the process. Our uncivilizing process, –partly due to the Freudian, innate discontent of individuals against a repressive civilization–, is eased by the accelerated *democratization of technology* along with the wide stagnation of an *alienated, oblivious morality*, which has enabled to surreptitious groups the remorseless access to power through violence. Writer Michel Crichton warned us: “Morality must keep up with technology because if a person is faced with the choice of being moral and dead, or immoral and alive, they’ll choose life every time”.
8. The dynamics of our lifetime is isomorphic to fractal geometry: as Michael Crichton (1991) observed, “a day is like a whole life [..and] your whole life has the same shape as a single day,” just like the patterns of some fractals (see e.g. the cover of this thesis).
9. In view of the growing trend on performing higher learning studies by internet, an important reason to keep performing traditional studies abroad remains on appreciating the culture of the host country, which frequently has the same relevance as the research performed.
10. Insolence discarded, *educated disobedience* can be a path for discovery.

These propositions are regarded as opposable and defendable, and have been approved as such by the promoters Prof. dr. ir. J.M.A. Scherpen and Prof. dr. ir. M.H.G. Verhaegen.

1. Lineaire of niet-lineaire, continue of gesamplede tijd, het probleem van balancing voor dissipatieve systemen is isomorf met het probleem van een isometrisch transformatie tussen twee Hilbert verdeelstukken, waarbij de Gramians bestanddelen zijn van twee Riemannse gegevens, en dualiteit volstaat van een evenwichtige verdeling. [In dit proefschrift].
2. Vergelijkbaar met de lineaire geval is het probleem van het vinden van een dissipatieve, gebalanceerd, minimale implementatie voor niet-lineaire systemen wordt gekenmerkt door een tweetraps hypothetische oefening van gecontroleerde excitatie-relaxatie op een continue-tijd dissipatieve dynamisch systeem van verleden naar toekomst, waar het verleden semi trajecten zijn verbonden aan de toekomstige semi trajecten ondersteund door Hilbert spruitstukken in een differentiële geometrische kader. [In dit proefschrift].
3. De karakterisering van de invariante semi-trajecten geassocieerd aan een operator het verleden toekomstige semi-trajecten genoemd *gedrags-operator* leidt tot de opbouw van een frame dat de trajecten van een minimale realisatie van het oorspronkelijke systeem ondersteunt. Gekoppeld aan elke invariante semi-traject is er een genereren vector-veld, en de hele set van invariante genereren vector-velden definieert een frame. [In dit proefschrift].
4. Sinds de gedrags-operator is door constructie een isometrisch operator, kunnen we klassieke kromming theorie toe te passen op om een meetkundige interpretatie van balanceren als een ontbinding van dergelijke niet-lineaire isometrische operator in hoofdkrommingen (hoofdsom eigenfuncties) te voorzien, met de bijbehorende belangrijkste eigenvector velden en hoofdsom eigen covector velden. [In dit proefschrift].
5. Teneinde een familie *benaderd realisaties* van lagere dimensie dan de afmeting van de minimale realisatie verkrijgen, is het nuttig om het probleem *traject benadering overwegen een verlaagde order frame*, dat een subset van de geprojecteerde componenten van dergelijke trajecten ondersteunt. [In dit proefschrift].

6. De ontleding van *isometrische operatoren* die in dit proefschrift in de belangrijkste krommingen (hoofdsom eigenfuncties), met bijbehorende eigenvector belangrijkste gebieden en de belangrijkste eigencovector velden is *een niet-lineaire generalisatie te principale componenten analyse*.
7. Onze *zeer technified wereld* beleeft een *uncivilizing proces*, in de klassieke zin van de socioloog Norbert Elias. Dus, terwijl een civilisatieproces in de dynamiek van de menselijke samenleving veronderstelt een toenemende *zelfbeheersing* van de menselijke drives en emoties, *geweld en ongecontroleerde emoties* zijn statistieken wijst op een terugval in het proces. Onze uncivilizing proces, – mede door de freudiaanse, aangeboren ontevredenheid van personen tegen een repressive beschaving–, wordt verlicht door de versnelde *democratisering van de technologie* samen met de brede stagnatie van een *vervreemde, niet bewust moraal*, die in staat heeft gesteld clandestiene groepen de meedogenloze toegang aan de macht door middel van geweld. Schrijver Michel Crichton heeft ons gewaarschuwd: "Moraal moet gelijke tred te houden met de technologie, want als een persoon wordt geconfronteerd met de keuze van zijn morele en dode of immoreel en leven, zullen ze kiezen voor het leven elke keer".
8. De dynamiek van ons leven is isomorf met fractal meetkunde: Michael Crichton (1991) waargenomen, "een dag is als een heel leven [..en] je hele leven heeft dezelfde vorm als een enkele dag," net als de patronen van sommige fractals (zie bijvoorbeeld de cover van dit proefschrift).
9. Met het oog op de groeiende trend op het uitvoeren van hoger onderwijs studies van internet, een belangrijke reden om te blijven presteren traditionele studies in het buitenland blijft op het waarderen van de cultuur van het gastland, die vaak heeft hetzelfde belang als het onderzoek uitgevoerd.
10. Onbeschaamdheid weggegooid, beschaafd ongehoorzaamheid kan een pad voor ontdekking.

Deze stellingen worden opponeerbaar en verdedigbaar geacht en zijn als zodanig goedgekeurd door de promotoren Prof. dr. ir. J.M.A. Scherpen en Prof. dr. ir. M.H.G. Verhaegen.

1. Linear or non-linear, continuous or sampled-time, the problem of balancing for dissipative systems is isomorphic to the problem of an isometric transformation between two Hilbert manifolds, where the Gramians are components of two Riemannian metrics and duality suffices for a balanced realization. [This thesis].
2. Similar to the linear case, the problem of finding a dissipative, balanced, minimal realization for nonlinear systems can be characterized by a two-stage *hypothetical exercise* of controlled excitation-relaxation on a continuous-time dissipative dynamical system from past to future, where past semi trajectories are joined to future semi trajectories supported by Hilbert manifolds in a differential-geometric framework. [This thesis].
3. The characterization of the invariant semi-trajectories associated to an operator on past to future semi-trajectories called *behavioral operator* leads to the construction of a *frame* which supports the trajectories of a minimal realization of the original system. Associated to every invariant semi-trajectory there is a generating vector-field and the whole set of invariant generating vector-fields defines a frame. [This thesis].
4. Since the behavioral operator is by construction an *isometric operator*, we can apply Classical Curvature Theory in order to provide a geometric interpretation of balancing as a decomposition of such nonlinear isometric operator into principal curvatures (principal eigenfunctions), with associated principal eigenvector fields and principal eigencovector fields. [This thesis].
5. In order to obtain a family of *approximated realizations* of lower dimension than the dimension of the minimal realization, it is useful to consider the problem of *trajectory approximation in a reduced-order frame*, which supports a subset of the projected components of such trajectories. [This thesis].
6. The decomposition of *isometric operators* presented in this dissertation into principal curvatures (principal eigenfunctions), with associated principal eigenvector fields and principal eigencovector fields is *a nonlinear generalization to principal component analysis*.